

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

525780

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
15. April 2004 (15.04.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/031656 A1(51) Internationale Patentklassifikation⁷: F23R 3/00

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/009703

(22) Internationales Anmeldedatum:
1. September 2003 (01.09.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
02020694.2 13. September 2002 (13.09.2002) EP(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE];
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SCHULTEN, Wilhelm

[DE/DE]; Am Roten Haus 18, 45359 Essen (DE). JEP-
PEL, Paul-Heinz [DE/DE]; Am Rathaus 29, 45731 Wal-
trop (DE).(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGE-
SELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): CN, JP, US.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,
HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

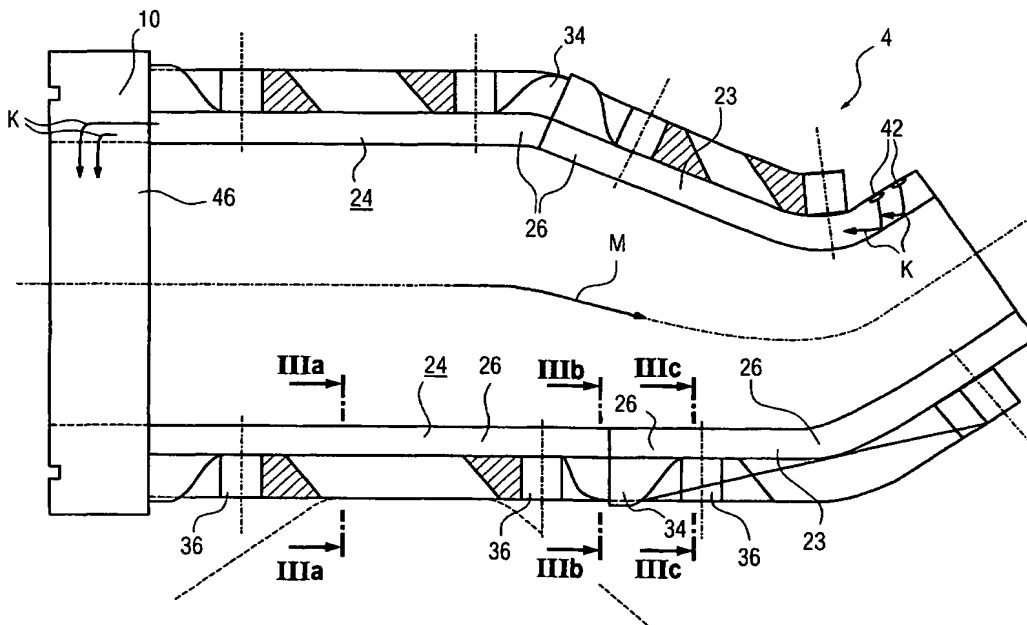
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der
PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: GAS TURBINE

(54) Bezeichnung: GASTURBINE



(57) Abstract: The invention relates to a gas turbine (1) comprising a combustion chamber (4), into which fuel and combustion air are fed and caused to react, in order to produce a working fluid (M). The aim of the invention is to provide a particularly simple construction, which achieves a relatively high degree of efficiency for the installation. To achieve this, the inventive combustion chamber (4) can be cooled and has a tubular structure, the combustion chamber wall (23) being composed of coolant pipes (24).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/031656 A1



(57) Zusammenfassung: Eine Gasturbine (1) mit einer Brennkammer (4), in der zur Erzeugung eines Arbeitsmediums (M) ein zugeführter Brennstoff mit zugeführter Verbrennungsluft zur Reaktion gebracht wird, soll bei vergleichsweise hohem Anlagenwirkungsgrad einen besonders einfachen Aufbau aufweisen. Dazu ist erfindungsgemäss die Brennkammer (4) kühlbar und als Rohrkonstruktion ausgebildet, wobei die Brennkammerwand (23) aus Kühlmittelrohren (24) gebildet ist.

Gasturbine

- 5 Die Erfindung bezieht sich auf eine Gasturbine mit einer Brennkammer, in der zur Erzeugung eines Arbeitsmediums ein zugeführter Brennstoff mit zugeführter Verbrennungsluft zur Reaktion gebracht wird.
- 10 Gasturbinen werden in vielen Bereichen zum Antrieb von Generatoren oder von Arbeitsmaschinen eingesetzt. Dabei wird der Energieinhalt eines Brennstoffs zur Erzeugung einer Rotationsbewegung einer Turbinenwelle genutzt. Der Brennstoff wird dazu in einer Anzahl von Brennern verbrannt, wobei von einem
- 15 Luftverdichter verdichtete Luft zugeführt wird. Durch die Verbrennung des Brennstoffs wird ein unter hohem Druck stehendes Arbeitsmedium mit einer hohen Temperatur erzeugt. Dieses Arbeitsmedium wird in eine dem jeweiligen Brenner nachgeschaltete Turbineneinheit geführt, wo es sich ar-
- 20 beitsleistend entspannt. Dabei kann jedem Brenner eine separate Brennkammer zugeordnet sein, wobei das aus den Brennkammern abströmende Arbeitsmedium vor oder in der Turbineneinheit zusammengeführt sein kann. Alternativ kann die Gasturbine aber auch in einer sogenannten Ringbrennkammer-Bauweise
- 25 ausgeführt sein, bei der eine Mehrzahl, insbesondere alle, der Brenner in eine gemeinsame, üblicherweise ringförmige, Brennkammer münden.
- Bei der Auslegung derartiger Gasturbinen ist zusätzlich zur
- 30 erreichbaren Leistung üblicherweise ein besonders hoher Wirkungsgrad ein Auslegungsziel. Eine Erhöhung des Wirkungsgrades lässt sich dabei aus thermodynamischen Gründen grundsätzlich durch eine Erhöhung der Temperatur erreichen, mit dem das Arbeitsmedium von der Brennkammer ab- und in die Turbineneinheit einströmt. Daher werden Temperaturen von etwa 1200
- 35 °C bis 1500 °C für derartige Gasturbinen angestrebt und auch erreicht.

Bei derartig hohen Temperaturen des Arbeitsmediums sind jedoch die diesem Medium ausgesetzten Komponenten und Bauteile hohen thermischen Belastungen ausgesetzt. Um dennoch bei hoher Zuverlässigkeit eine vergleichsweise lange Lebensdauer der betroffenen Komponenten zu gewährleisten, ist üblicherweise eine Kühlung der betroffenen Komponenten, insbesondere der Brennkammer, nötig. Um thermische Verspannungen des Materials zu verhindern, welche die Lebensdauer der Komponenten begrenzt, wird in der Regel angestrebt, eine möglichst gleichmäßige Kühlung der Komponenten zu erreichen. Als Kühlmittel kommt dabei üblicherweise Kühlluft zum Einsatz. Die Kühlluft wird dabei gewöhnlich über ein Kühlsystem, das aus Rohren und Trennwänden besteht, zur Kühlung an die Außenseite der Innenwand der Brennkammer geführt.

Ein auf diese Weise konstruiertes Kühlsystem hat jedoch den Nachteil, dass der Aufbau der Brennkammer und des Kühlsystems sehr aufwändig ist. Insbesondere ist der eigentlichen Brennkammerwand ein auf Ihrer Außenseite liegendes getrenntes Kühlsystem, welches wiederum von außen befestigt werden muss, zugeordnet. Der Herstellungsprozess einer solchen Brennkammer kann somit sehr kosten- und arbeitsintensiv sein, da viele Einzelteile und Fügeverfahren zur Herstellung nötig sind. Dies führt weiterhin zu einer erhöhten Fehleranfälligkeit bei der Herstellung und bei Betrieb in der Gasturbine. Ebenfalls werden Wartungs- und Reparaturarbeiten durch die komplizierte Brennkammerwandkonstruktion erschwert.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Gasturbine anzugeben, die auch bei einfachem Aufbau einen besonders hohen Wirkungsgrad aufweist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst, indem die Wand der Brennkammer aus Kühlmittelrohren gebildet ist.

Die Erfindung geht dabei von der Überlegung aus, dass die Gasturbine zur Sicherstellung eines besonders hohen Wirkungsgrades für besonders hohe Medientemperaturen geeignet ausgestaltet sein sollte. Um die Fehleranfälligkeit dabei gering zu halten, sollte eine besonders zuverlässige Kühlung der thermisch beaufschlagten Komponenten, insbesondere auch der Brennkammer, gewährleistet sein. Dies ist mit vergleichsweise geringem Aufwand erreichbar, indem die Brennkammerwand einerseits an sich ebenfalls kühlbar ausgestaltet und andererseits aus vergleichsweise einfach und flexibel gehaltenen Formteilen aufgebaut ist. Diese beiden Aspekte bei der Ausgestaltung der Brennkammer sind auf besonders einfache Weise eingehalten, indem die Umfassungswand der Brennkammer oder Brennkammerwand geeignet aus Rohren aufgebaut ist. Als Kühlmittel ist dabei insbesondere Kühlluft vorgesehen, die nach ihrem Durchtritt durch die Kühlmittelrohre als zusätzliche, infolge der Brennkammerkühlung vorgewärmte Verbrennungsluft der Brennkammer zugeführt sein kann.

Zur Sicherstellung einer besonders hohen Festigkeit der Brennkammerwand sind die Kühlmittelrohre vorteilhafterweise aus Gussmaterial hergestellt, bilden mit anderen Worten also jeweils ein Gussteil. Ein weiterer Vorteil dieser Materialwahl besteht darin, dass eine zuverlässige Wärmisolierung besonders einfach ermöglicht ist, indem eine geeignete Beschichtung des Gussmaterials mit einer keramischen Schutzschicht vorgesehen ist.

Um die Kühlmittelrohre besonders unempfindlich gegenüber thermischen Spannungen und somit besonders robust zu halten, sind diese in vorteilhafter Ausgestaltung mit einem trapezförmigen Querschnitt ausgeführt. Diese Querschnittsform weist eine besonders hohe thermische Elastizität auf, die auch bei stark unterschiedlicher Beheizung einzelner Umfangsegmente des jeweiligen Rohres nur zu geringen Wärmespannungen zwischen kalten und wärmeren Bereichen des Rohres führt,

so dass sich eine hohe Lebensdauer der Kühlmittelrohre erreichen lässt.

5 Zur Bildung der Brennkammerwand und somit auch der eigentli-
chen Brennkammer sind die Kühlmittelrohre zweckmäßigerweise
an in Umfangsrichtung der Brennkammer orientierten Träger-
ringen befestigt. Diese Trägerringe geben durch Ihre Position
und Gestalt die Form des sich durch die Kühlmittelrohre
10 ausbildenden Ringraums der Brennkammer vor. In der Art einer
selbsttragenden Struktur ist dabei unter Verwendung einer le-
diglich geringen Anzahl weiterer Komponenten zusätzlich zu
den eigentlichen Rohren die Herstellung einer mechanisch sta-
bilen Brennkammerstruktur ermöglicht.

15 Die Befestigung der Kühlmittelrohre an den Trägerringen er-
folgt zweckmäßigerweise über gekühlte Schrauben. Die Befesti-
gung der Kühlmittelrohre über Schrauben erlaubt dabei bei ho-
her Festigkeit eine besonders zeitsparende Montage oder De-
montage einzelner oder auch mehrerer Kühlmittelrohre von der
20 Heißgasseite aus, das heisst, ohne die Brennkammer zerlegen
zu müssen.

Um eine besonders hohe Festigkeit der Brennkammer sicherzu-
stellen, sind die Trägerringe vorteilhafterweise zusätzlich
25 zu den eigentlichen Kühlmittelrohren noch durch eine Anzahl
von Längsrippen miteinander verbunden. Die Längsrippen bilden
zusammen mit den senkrecht zu ihnen befestigten Trägerringen
ein Traggerüst, welches eine hohe Steifigkeit und Festigkeit
aufweist. Für eine besonders hohe Stabilität des Traggerüsts
30 sind die Trägerringe und Längsrippen vorzugsweise miteinander
verschweißt, so dass die Ringe und Rippen einen verschweißten
Tragkörper bilden.

Eine besonders hohe Flexibilität bei der Formgebung der
35 Brennkammer, die insbesondere eine Berücksichtigung von Strö-
mungsverhältnissen im Arbeitsmedium bereits in der Brennkam-
mer zulässt, wobei gleichzeitig eine ausreichende Länge und

Form der Kühlmittelrohre gewährleistet werden kann, ist erreichbar, indem die Kühlrohre zweckmäßigerweise aus zwei oder mehreren in ihrer Längsrichtung miteinander verbundenen Rohrsegmenten bestehen. Der Vorteil einer Segmentierung der

5 Rohre kann insbesondere darin bestehen, dass fertigungstechnischen Schwierigkeiten, Kühlmittelrohre aus Guss mit einer ausreichenden Länge und zweckmäßigen Form herzustellen, vermieden sind.

- 10 Um zwei aufeinanderfolgende Rohrsegmente eines Kühlmittelrohrs miteinander zu verbinden, weist vorzugsweise jedes Segment an seinem jeweiligen Rohrende ein zugeordnetes Übergangs- oder Verbindungsstück auf. Insbesondere hinsichtlich ihrer Formgebung sind die Übergangsstücke dabei zweckmäßiger-
- 15 weise auf eine leichte Verbindbarkeit untereinander ausgelegt. In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung sind die Übergangsstücke insbesondere derart gewählt, dass sich Segmente mittels einer Steckverbindung verbinden lassen. Falls ein trapezförmiger Querschnitt der Kühlmittelrohre vorliegt,
- 20 wird der Querschnitt des Übergangsstücks zweckmäßigerweise so gewählt, dass er sich bis hin zur Verbindungsstelle oder zum jeweiligen Rohrsegmentende zu einem kreisrunden Querschnitt hin verändert. Ein derartiger kreisrunder Endquerschnitt ermöglicht in besonderem Maße eine einfache Bearbeitungsmög-
- 25 lichkeit zur passgenauen Verbindung mit dem sich anschließenden Rohrsegment.

- Um eine effektive Kühlung der die Brennkammerwand bildenden Kühlmittelrohre zu gewährleisten, sind diese vorteilhafter-
- 30 weise in einem Eintrittsbereich für das Kühlmittel prallgekühlt. Dazu sind in der Außenseite der Kühlmittelrohre Bohrungen angebracht, durch die das Kühlmittel einströmen kann. Das Kühlmittel kann somit gegen die Innenseite des Rohres prallen und in diesem Bereich durch den innigen Kontakt mit
- 35 dem Rohrmaterial eine besonders intensive Kühlwirkung gewährleisten. Im anschließenden Bereich durchströmt das Kühlmittel die Rohre in Längsrichtung und kühlt diese durch Kontakt.

Dieses Kühlsystem hat einerseits den Vorteil, dass es in die Wandkonstruktion der Brennkammer integriert ist und somit nur wenige Zusatzteile für den Aufbau des Kühlsystems benötigt. Andererseits tritt gerade durch die vergleichsweise geradlinige Ableitung des Kühlmittels nur ein geringer Kühlmittel-
5 druckverlust auf. Dies hat den Vorteil, dass auch kühlmit-
telseitig ein hoher Wirkungsgrad der Turbine begünstigt ist.

Für einen besonders hohen Gesamtwirkungsgrad der Gasturbine wird vorteilhafterweise der Wärmeeintrag in das Kühlmittel für den eigentlichen Energieumwandlungsprozeß in der Gastur-
10 bine zurückgewonnen. Dazu ist vorteilhafterweise eine Einspeisung der bei der Brennkammerkühlung erwärmten, als Kühlmittel verwendeten Kühlluft in die Brennkammer vorgesehen,
15 wobei die vorgewärmte Kühlluft als ausschließliche oder zusätzliche Verbrennungsluft dienen kann.

Um das abströmende Kühlmittel in diesem Sinne dem Verbrennungsprozess in der Brennkammer zuzuführen, ist jedes Kühl-
20 mittelrohr vorzugsweise ausgangsseitig mit einem Sammelraum verbunden, der seinerseits luftseitig der Brennkammer vorgeschaltet ist. Über diesen kann das Kühlmittel durch eine Drosseleinrichtung mit dem übrigen Verdichtermassenstrom vermischt und dem Verbrennungsprozess zugeführt werden.

25 Eine Vergleichmäßigung der Strömungsverhältnisse ist im besonderem Maße erreichbar, indem vorteilhafterweise jedem Brenner ein derartiger Sammelraum zugeordnet ist, wobei jedem Sammelraum auslegungsgemäß die gleiche Menge an Kühlluft oder
30 Kühlmittel zuströmt. Dazu ist vorzugsweise jeder Brenner mit jeweils einem Sammelraum verbunden, wobei jeder Sammelraum mit der gleichen Anzahl von Kühlmittelrohren verbunden ist. Diese Anordnung hat insbesondere den Vorteil, dass jedem Brenner annähernd die gleiche Menge von rückgeführter Kühl-
35 luft zugeführt wird. Gerade bei der Ausführung der Brennkammer als Ringbrennkammer kommt es in der Brennkammer somit zu einem besonders gleichmäßigen Verbrennungsprozess.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, dass durch die Ausgestaltung der Brennkammerwand als von einer Mehrzahl von miteinander verbundenen, für die Durchströmung mit einem Kühlmittel, insbesondere Kühlluft, vorgesehenen Kühlmittelrohren bei einfachem Aufbau eine besonders zuverlässige Brennkammerkühlung ermöglicht ist. Durch die Integration der Kühlmittelrohre in eine selbsttragende Brennkammerstruktur, insbesondere mittels der Trägerringe, ist zudem eine vergleichsweise einfache Austauschbarkeit auch einzelner, wartungsbedürftiger Rohre ermöglicht, wobei dennoch aufgrund der über die Rohrkonstruktion erreichbaren Flexibilität auch ein Ersatz vorhandener Brennkammerstrukturen in bereits bestehenden Gasturbinen auf einfache Weise möglich ist. Zudem ist der Aufbau der Brennkammer aus Rohren vergleichsweise stabil und unempfindlich gegenüber Schwingungen der Brennkammerwand, da die Kühlmittelrohre den Ringraum aussteifen und verfestigen. Die durch den Aufbau der Brennkammerwand aus Rohrelementen erreichte grundsätzliche Flexibilität bei Formgebung und Komponentenwahl ermöglicht zudem in besonderem Maße auch eine Anbringung von Sonden oder Überwachungssensoren zur Überwachung und/oder Diagnose des eigentlichen Verbrennungsprozesses in der Brennkammer, insbesondere durch die gezielte Verwendung spezifisch modifizierter Rohre, die beispielsweise die Durchführung geeigneter Sonden vom Außenraum in das Brennkammerinnere erlauben.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

- Figur 1 einen Halbschnitt durch eine Gasturbine,
Figur 2 im Längsschnitt ein Segment der Brennkammer der Gasturbine nach Figur 1, und
Figuren 3a bis c jeweils im Querschnitt einen Ausschnitt der Brennkammerwand nach Figur 2.

Gleiche Teile sind allen Figuren mit den selben Bezugszeichen versehen.

Die Gasturbine 1 gemäß Figur 1 weist einen Verdichter 2 für
5 Verbrennungsluft, eine Brennkammer 4 sowie eine Turbine 6 zum
Antrieb des Verdichters 2 und eines nicht dargestellten Generators oder einer Arbeitsmaschine auf. Dazu sind die Turbine 6 und der Verdichter 2 auf einer gemeinsamen, auch als Turbinenläufer bezeichneten Turbinenwelle 8 angeordnet, mit der
10 auch der Generator bzw. die Arbeitsmaschine verbunden ist, und die um ihre Mittelachse 9 drehbar gelagert ist.

Die in der Art einer Ringbrennkammer ausgeführte Brennkammer 4 ist mit einer Anzahl von Brennern 10 zur Verbrennung eines
15 flüssigen oder gasförmigen Brennstoffs bestückt. Sie ist weiterhin an ihrer Innenwand mit nicht näher dargestellten Hitzeschildelementen versehen.

Die Turbine 6 weist eine Anzahl von mit der Turbinenwelle 8 verbundenen, rotierbaren Laufschaufeln 12 auf. Die Laufschaufeln 12 sind kranzförmig an der Turbinenwelle 8 angeordnet und bilden somit eine Anzahl von Laufschaufelreihen. Weiterhin umfaßt die Turbine 6 eine Anzahl von feststehenden Leitschaufeln 14, die ebenfalls kranzförmig unter der Bildung von
25 Leitschaufelreihen an einem Innengehäuse 16 der Turbine 6 befestigt sind. Die Laufschaufeln 12 dienen dabei zum Antrieb der Turbinenwelle 8 durch Impulsübertrag vom die Turbine 6 durchströmenden Arbeitsmedium M. Die Leitschaufeln 14 dienen hingegen zur Strömungsführung des Arbeitsmediums M zwischen
30 jeweils zwei in Strömungsrichtung des Arbeitsmediums M gesehen aufeinanderfolgenden Laufschaufelreihen oder Laufschaufelkränzen. Ein aufeinanderfolgendes Paar aus einem Kranz von Leitschaufeln 14 oder einer Leitschaufelreihe und aus einem Kranz von Laufschaufeln 12 oder einer Laufschaufelreihe wird
35 dabei auch als Turbinenstufe bezeichnet.

Jede Leitschaufel 14 weist eine auch als Schaufelfuß bezeichnete Plattform 18 auf, die zur Fixierung der jeweiligen Leitschaufel 14 am Innengehäuse 16 der Turbine 6 als Wandelement angeordnet ist. Die Plattform 18 ist dabei ein thermisch vergleichsweise stark belastetes Bauteil, das die äußere Begrenzung eines Heizgaskanals für das die Turbine 6 durchströmende Arbeitsmedium M bildet. Jede Laufschaufel 12 ist in analoger Weise über eine auch als Schaufelfuß bezeichnete Plattform 20 an der Turbinenwelle 8 befestigt.

Zwischen den beabstandet voneinander angeordneten Plattformen 18 der Leitschaufeln 14 zweier benachbarter Leitschaufelreihen ist jeweils ein Führungsring 21 am Innengehäuse 16 der Turbine 6 angeordnet. Die äußere Oberfläche jedes Führungsrings 21 ist dabei ebenfalls dem heißen, die Turbine 6 durchströmenden Arbeitsmedium M ausgesetzt und in radialer Richtung vom äußeren Ende 22 der ihm gegenüber liegenden Laufschaufel 12 durch einen Spalt beabstandet. Die zwischen benachbarten Leitschaufelreihen angeordneten Führungsringe 21 dienen dabei insbesondere als Abdeckelemente, die die Innenwand 16 oder andere Gehäuse-Einbauteile vor einer thermischen Überbeanspruchung durch das die Turbine 6 durchströmende heiße Arbeitsmedium M schützt.

Zur Erzielung eines vergleichsweise hohen Wirkungsgrades ist die Gasturbine 1 für eine vergleichsweise hohe Austrittstemperatur des aus der Brennkammer 4 austretenden Arbeitsmediums M von etwa 1200 °C bis 1500 °C ausgelegt. Um dabei auch eine hohe Lebensdauer oder Betriebsdauer der Gasturbine 1 zu gewährleisten, sind deren wesentliche Komponenten, wie insbesondere auch die Brennkammer 4, kühlbar ausgebildet. Um dabei eine zuverlässige und ausreichende Bespeisung der Brennkammerwand 23 der Brennkammer 4 mit Kühlluft als Kühlmittel K zu gewährleisten, ist die Brennkammerwand 23 als Rohrkonstruktion ausgeführt und aus einer Vielzahl von zur Bildung der Brennkammerwand 23 gasdicht miteinander verbundenen Kühlmittelrohren 24 aufgebaut.

Die Brennkammer 4 ist im Ausführungsbeispiel als sogenannte Ringbrennkammer ausgestaltet, bei der eine Vielzahl von in Umfangsrichtung um die Turbinenwelle 8 herum angeordneten Brennern 10 in einen gemeinsamen Brennkammerraum münden. Dazu ist die Brennkammer 4 in ihrer Gesamtheit als ringförmige Struktur ausgestaltet, die um die Turbinenwelle 8 herum positioniert ist. Zur weiteren Verdeutlichung der Ausführung der Brennkammerwand 23 ist in Figur 2 ein Segment der Brennkammer 4 im Längsschnitt dargestellt, das sich zur Bildung der Brennkammer 4 torusartig um die Turbinenwelle 8 herum fortsetzt.

Wie in der Darstellung nach Figur 2 erkennbar ist, weist die Brennkammer 4 einen Anfangs- oder Einströmabschnitt auf, in den endseitig der Auslass des jeweils zugeordneten Brenners 10 mündet. In Strömungsrichtung des Arbeitsmediums M gesehen verengt sich sodann der Querschnitt der Brennkammer 4, wobei dem sich einstellenden Strömungsprofil des Arbeitsmediums M in diesem Raumbereich Rechnung getragen ist. Ausgangsseitig weist die Brennkammer 4 im Längsschnitt eine Krümmung auf, durch die das Abströmen des Arbeitsmediums M aus der Brennkammer 4 in einer für einen besonders hohen Impuls- und Energieübertrag auf die strömungsseitig gesehen nachfolgende erste Laufschaufelreihe begünstigt ist.

Wie in der Darstellung nach Figur 2 erkennbar ist, ist die Brennkammerwand 23 sowohl im Außenbereich der Brennkammer 4 als auch in deren Innenbereich von Kühlmittelrohren 24 gebildet, die mit ihrer Längsachse im Wesentlichen parallel zur Strömungsrichtung des Arbeitsmediums M im Innenraum der Brennkammer 4 ausgerichtet sind. Die Kühlmittelrohre 24 sind dabei aus Gussmaterial gefertigt, das insbesondere im Hinblick auf eine besonders hohe mechanische und thermische Festigkeit der Kühlmittelrohre geeignet gewählt ist.

Um eine besonders hohe Flexibilität bei der Formgebung der aus den Kühlmittelrohren 24 gebildeten Brennkammer 4 an die ge-

wünschten Strömungsverhältnisse des Arbeitsmediums M zu ermöglichen, ist jedes Kühlmittelrohr 24 im Ausführungsbeispiel durch eine geeignete Kombination mehrerer aufeinander folgender Rohrsegmente 26 gebildet. Art und Anzahl der Rohrsegmente 26 sind dabei derart gewählt, dass einerseits im Hinblick auf Länge und Formgebung jedes Rohrsegments 26 und im Hinblick auf das verwendete Gussmaterial eine besonders hohe mechanische Festigkeit jedes einzelne Rohrsegments 26 gewährleistet ist, wobei andererseits in jedem Fall die Formgebung auch unter Berücksichtigung des gewünschten Strömungswegs für das Arbeitsmedium M geeignet gewählt ist. Die dabei möglicherweise gewünschten, vergleichsweise starken lokalen Krümmungen sind durch die Segmentierung der Kühlmittelrohre 24 auf besonders einfache und zuverlässige Weise bereitstellbar.

Die Kühlmittelrohre 24 sind zudem für eine besondere Festigkeit gerade auch im Hinblick auf lokal variierende thermische Beanspruchung und die daraus resultierenden thermischen Spannungen ausgelegt. Dazu sind die Kühlmittelrohre 24 und insbesondere die diese bildenden Rohrsegmente 26 im Querschnitt im Wesentlichen trapezförmig ausgebildet, wie dies für das Mittelstück eines Rohrsegments 26 in Figur 3a gezeigt ist. Zur Bildung der torusartigen, in sich gekrümmten Struktur der Brennkammer 4 weisen die Kühlmittelrohre 24 dabei im Querschnitt eine vergleichsweise längere Innenseite 28 und eine vergleichsweise kürzere Außenseite 30 auf. Zur Abdichtung der Zwischenräume zwischen benachbarten Kühlmittelrohren 24 ist eine geeignete Dichtung, beispielsweise eine Brush-Seal-Dichtung 32, vorgesehen, so dass sich durch die geeignete Kombination der Kühlmittelrohre 24 miteinander eine gasseitig dichte und geschlossene Brennkammer 4 ergibt.

Durch die trapezförmige Ausgestaltung der Rohrquerschnitte ist insbesondere eine in sich flächige Ausgestaltung der durch das Aneinanderfügen benachbarter Kühlmittelrohre 24 erhältlichen Struktur begünstigt, so dass die geschlossene Aus-

führung der Brennkammer 4 auf vergleichsweise einfache Weise erreichbar ist.

- Bei der segmentierten Bauweise der Kühlmittelrohre 24 ist
- 5 eine insbesondere im Hinblick auf Montage- oder Wartungs-
zwecke besonders einfach gehaltene Verbindung zweier kühlmittel-
seitig aufeinander folgende Rohrsegmente 26 jedes Kühlmittel-
rohres 24 vorgesehen. Dazu sind aufeinander folgende Rohr-
segmente 26 eines Kühlmittelrohres 24 über ein zugeordnetes
- 10 Übergangsstück 34 miteinander verbunden. Zur Erleichterung
der Montage aufeinander folgender Rohrsegmente 26 ist jedes
Rohrsegment 26 in seinen Endbereichen zur Bildung des jewei-
ligen Übergangsstücks 34 in seinem Querschnitt im Wesentli-
chen rund ausgestaltet, wie dies in Figur 3b dargestellt ist.
- 15 Durch die Herstellung der Kühlmittelrohre 24 aus Gussmaterial
ist dabei die Anformung des jeweiligen Übergangsstücks 34 an
das jeweilige Rohrsegment 26 auf vergleichsweise einfache
Weise möglich, wobei im Übergangsbereich eine kontinuierliche
Überführung des eigentlich trapezförmigen Querschnitts des
- 20 jeweiligen Rohrsegments 26 in den endseitig vorgesehenen
kreisrunden Querschnitt erfolgt. Wie in der Darstellung nach
Figur 2 erkennbar, sind die jeweiligen Übergangsstücke 34 da-
bei im Hinblick auf ihre Zentrallinie und im Vergleich zu den
Mittelstücken der jeweiligen Rohrsegmente 26 in den Aussen-
bereich der Brennkammer 4 hineinverlagert, so dass unter
- 25 Rückgriff auf geeignete Dichtbleche oder -platten in der In-
nenwandung der Brennkammer 4 eine im Wesentlichen durchge-
hende glatte Fläche bereitstellbar ist.
- 30 Zur Bildung der Brennkammer 4 als integrale, selbsttragende
Struktur sind die Kühlmittelrohre 24 an einer Anzahl von ge-
meinsamen Trägerringen 36 befestigt, die in Längsrichtung
oder in Strömungsrichtung des Arbeitsmediums M gesehen in ge-
eignet gewählter Beabstandung die aus den eigentlichen Kühl-
mittelrohren 24 gebildete Brennkammer 4 umschließen. An den
- 35 Trägerringen 36 sind die jeweiligen Kühlmittelrohre 24 oder
die diese bildenden Rohrsegmente 26 über kühlbare Schrauben

38 befestigt, wie dies im Ausführungsbeispiel nach Figur 3c gezeigt ist. Zur weiteren Versteifung und mechanischen Fixierung der die Brennkammer 4 bildenden selbsttragenden Struktur sind die Trägerringe 36 durch im Wesentlichen in Längsrichtung oder in Strömungsrichtung des Arbeitsmediums M orientierte Längsrippen miteinander verbunden.

Durch die Ausgestaltung der Brennkammer 4 als Rohrkonstruktion ist eine Beaufschlagung der Brennkammerwand 23 mit einer vergleichsweise großen Menge an Kühlluft als Kühlmittel K mit nur vergleichsweise geringen Druckverlusten möglich. Um die bei der Kühlung der Brennkammerwand 23 erfolgende Erwärmung des die Kühlmittelrohre 24 durchströmenden Kühlmittel K in für den thermodynamischen Wirkungsgrad günstiger Weise für den eigentlichen Verbrennungsprozess nutzbar zu machen, ist eine Einspeisung des aus den Kühlmittelrohren 24 austretenden Kühlmittels K als ausschließliche oder zusätzliche Verbrennungsluft in die Brennkammer 4 vorgesehen. Dazu ist eine Zuführung des Kühlmittels K zu den Kühlmittelrohren 24 an deren dem Auslass der Brennkammer 4 zugeordneten Ende vorgesehen. Das Kühlmittel K wird den Kühlmittelrohren 24 dort, wie in Figur 2 ersichtlich, über geeignete Einströmöffnungen 42 zugeführt. Die Einströmöffnungen 42 sind dabei hinsichtlich ihrer räumlichen Ausrichtung derart positioniert, dass im Auslassbereich der Brennkammer 4 durch die als Kühlmittel K einströmende Kühlluft zunächst eine Prallkühlung des jeweiligen Rohrsegments 26 erfolgt. Anschließend findet innerhalb des jeweiligen Rohrsegments 26 eine Umlenkung des Kühlmittels K statt, und anschließend durchströmt das Kühlmittel K das jeweilige Kühlmittelrohr 24 in dessen Längsrichtung, wobei die Kühlung durch Kontakt des Kühlmittels K mit der jeweiligen Rohrwandung erfolgt.

In der Art eines Gegenstroms zum eigentlichen Arbeitsmedium M strömt das Kühlmittel K somit innerhalb der Kühlmittelrohre 24 vom Auslassbereich der Brennkammer 4 zu deren Einmündungsbereich, in dem auch der jeweilige Brenner 10 angeordnet ist.

In diesem Bereich strömt das nunmehr durch die fortlaufende Kühlung des jeweiligen Kühlmittelrohrs 24 erwärmte oder vorgewärmte Kühlmittel K aus den Kühlmittelrohren 24 ab und wird anschließend einem jeweils nachgeordneten Sammelraum 46 zugeordnet. Über diesen Sammelraum 46 sind die Kühlmittelrohre 24 ausgangsseitig mit dem jeweils zugeordneten Brenner 10 verbunden, so dass das aus den Kühlmittelrohren 24 abströmende Kühlmittel K als Verbrennungsluft im jeweiligen Brenner 10 einsetzbar ist. Je nach Auslegung der Gasturbine 1 kann dabei die Bespeisung des jeweiligen Brenners 10 mit Verbrennungsluft ausschließlich über das aus den Kühlmittelrohren 24 abströmende Kühlmittel K oder auch noch mit ggf. zusätzlich erforderlicher, von extern zugeführter weiterer Verbrennungsluft vorgesehen sein.

15

Gerade bei der Ausgestaltung der Brennkammer 4 als Ringbrennkammer ist eine möglichst symmetrische Anordnung der Brenner 10 und demzufolge eine möglichst symmetrische Einstellung der Strömungsverhältnisse innerhalb der Brennkammer 4 üblicherweise von Vorteil. Diesem Grundsatz ist bei der Gasturbine 1 auch kühlmittelseitig Rechnung getragen, wobei insbesondere jedem Brenner 10 verbrennungsluftseitig die gleiche Anzahl an Kühlmittelrohren 24 zugeordnet ist.

25

Patentansprüche

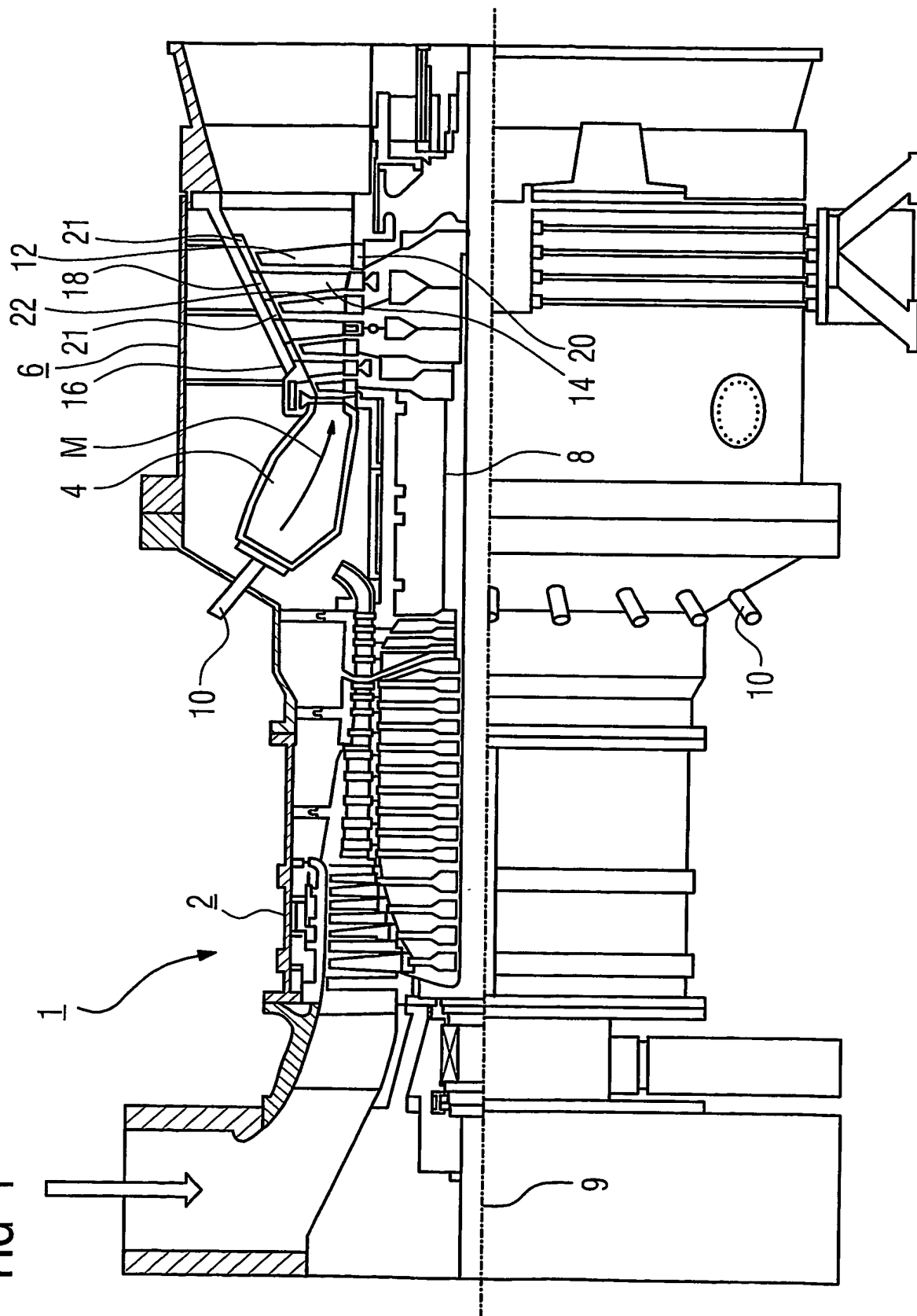
1. Gasturbine (1), deren Brennkammer (4) eine aus Kühlmittelrohren (24) gebildete Brennkammerwand (23) aufweist.
5
2. Gasturbine (1) nach Anspruch 1, bei der die Kühlmittelrohre (24) aus Gussmaterial gefertigt sind.
3. Gasturbine (1) nach Anspruch 1 oder 2, deren Kühlmittelrohre (24) im Querschnitt trapezförmig ausgestaltet sind.
10
4. Gasturbine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der die Kühlmittelrohre (24) an einer Anzahl von gemeinsamen Trägerringen (36) befestigt sind.
15
5. Gasturbine (1) nach Anspruch 4, bei der die Kühlmittelrohre (24) über kühlbare Schrauben (38) an den Trägerringen (36) befestigt sind.
6. Gasturbine (1) nach Anspruch 4 oder 5, bei der die Träger-
20 ringe (36) durch eine Anzahl von Längsrippen miteinander zu einem Traggerüst verbunden sind.
7. Gasturbine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei der
25 jedes Kühlmittelrohr (24) aus einer Anzahl von Rohrsegmenten (26) zusammengesetzt ist.
8. Gasturbine (1) nach Anspruch 7, bei der aufeinanderfolgende Rohrsegmente (26) eines Kühlmittelrohrs (24) über
30 ein zugeordnetes Übergangsstück (34) miteinander verbunden sind.

9. Gasturbine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei der jedes Kühlmittelrohr (24) ausgangsseitig mit einem Sammelraum (46) verbunden ist, über den das abströmende Kühlmittel (K) einem der Brenner (10) zuführbar ist.

5

10. Gasturbine (1) nach Anspruch 9, bei der jedem Brenner (10) ein Sammelraum (46) zugeordnet ist, wobei jeder Sammelraum (46) mit der gleichen Anzahl von Kühlmittelrohren (24) verbunden ist.

FIG 1



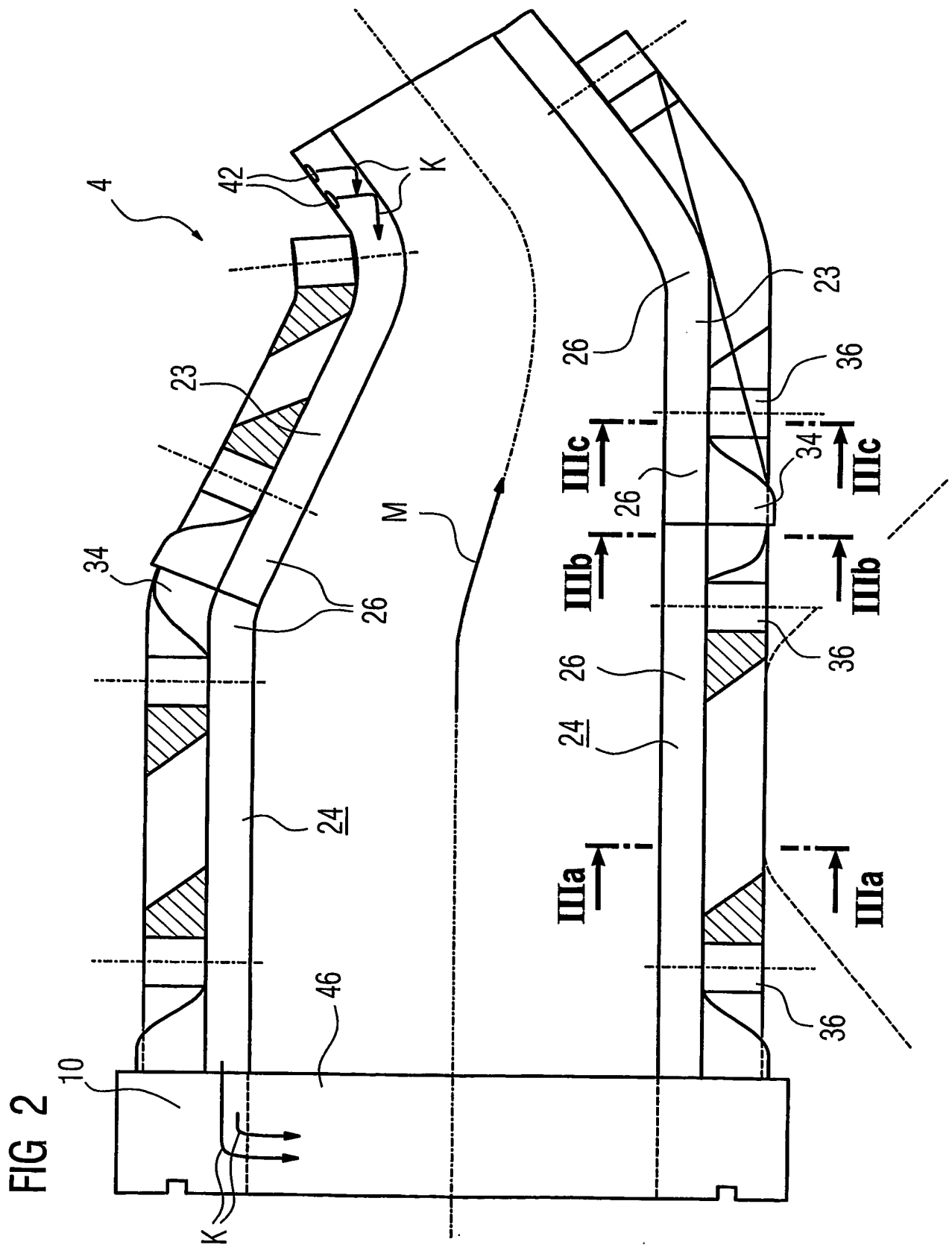


FIG 3a

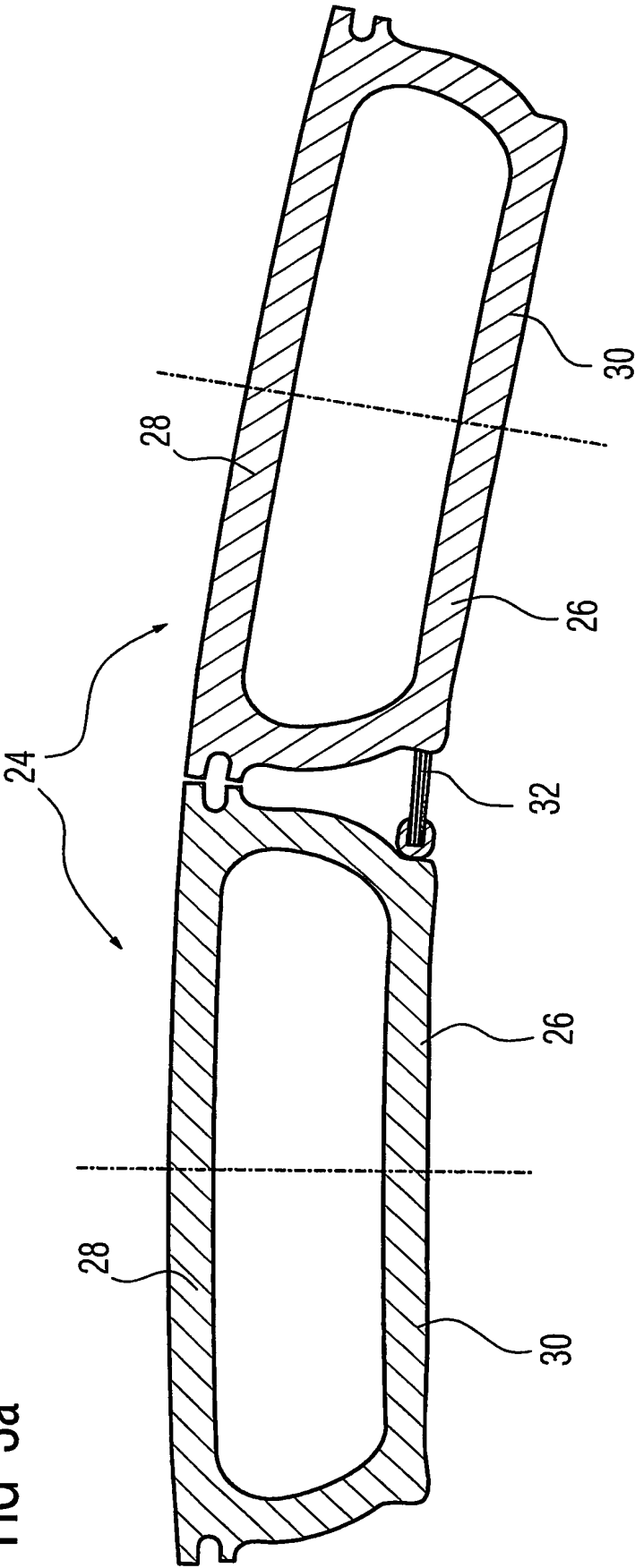


FIG 3b

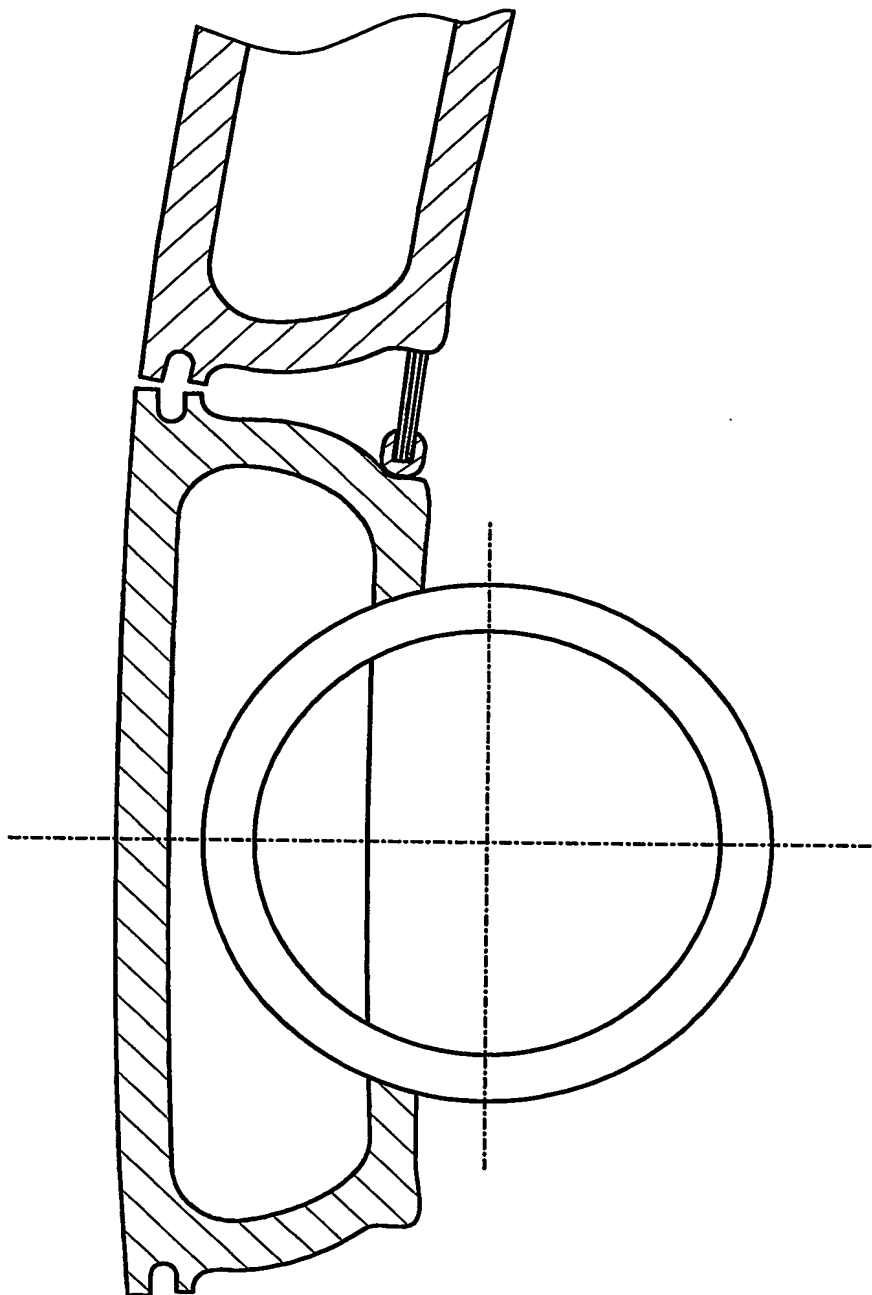
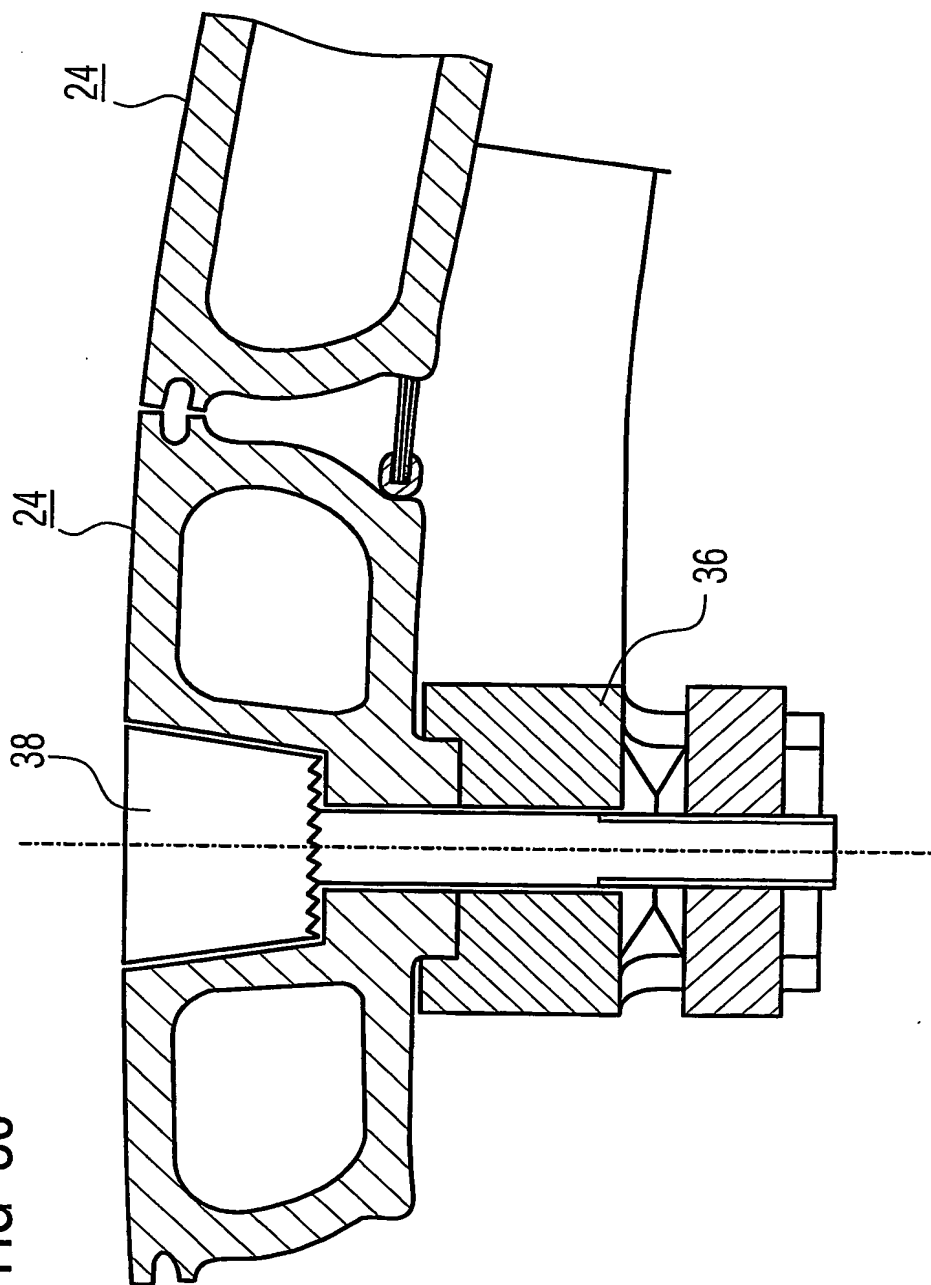


FIG 3C



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/EP 03/09703

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F23R3/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F23R

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	GB 376 974 A (BBC BROWN BOVERI & CIE) 21 July 1932 (1932-07-21)	1,3,4,7, 8
Y	page 1, line 60 - line 86 page 1, line 104 -page 2, line 37	2,5,6
Y	DE 43 43 332 A (ABB MANAGEMENT AG) 22 June 1995 (1995-06-22)	2
A	column 2, line 61 -column 3, line 27 column 3, line 43 - line 45	9,10
Y	US 5 129 447 A (HAMNER LARRY D) 14 July 1992 (1992-07-14) column 1, line 10 - line 58	5,6
	-/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 December 2003

Date of mailing of the international search report

23/12/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Mougey, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/09703

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 832 718 A (SUTTROP FRIEDEMANN) 10 November 1998 (1998-11-10) column 1, line 52 -column 2, line 10 column 2, line 52 -column 3, line 12 ----	1,9,10
X	FR 980 028 A (REGENT) 7 May 1951 (1951-05-07) page 1, column 2, paragraph 2 page 2, column 2, paragraph 1 figure 1 ----	1,3
A	US 3 398 527 A (DUMKE RICHARD M ET AL) 27 August 1968 (1968-08-27) column 1, line 54 - line 63 figure 1 ----	4
A	DE 10 25 915 B (STILL FA CARL) 13 March 1958 (1958-03-13) column 3, line 18 - line 24; figures 5-8 column 3, line 54 -column 4, line 2 -----	7,8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/09703

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB 376974	A	21-07-1932	BE 382106 A DE 568050 C FR 721222 A NL 30859 C	01-03-1932
DE 4343332	A	22-06-1995	DE 4343332 A1 JP 7198142 A	22-06-1995 01-08-1995
US 5129447	A	14-07-1992	NONE	
US 5832718	A	10-11-1998	DE 19547515 A1 DE 59610235 D1 EP 0780639 A2 JP 9184628 A RU 2133849 C1	03-07-1997 24-04-2003 25-06-1997 15-07-1997 27-07-1999
FR 980028	A	07-05-1951	NONE	
US 3398527	A	27-08-1968	NONE	
DE 1025915	B	13-03-1958	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F23R3/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RESEARCHIERTE GEBIETERecherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 F23R

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EP0-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	GB 376 974 A (BBC BROWN BOVERI & CIE) 21. Juli 1932 (1932-07-21)	1,3,4,7, 8
Y	Seite 1, Zeile 60 - Zeile 86 Seite 1, Zeile 104 - Seite 2, Zeile 37 ---	2,5,6
Y	DE 43 43 332 A (ABB MANAGEMENT AG) 22. Juni 1995 (1995-06-22)	2
A	Spalte 2, Zeile 61 - Spalte 3, Zeile 27 Spalte 3, Zeile 43 - Zeile 45 ---	9,10
Y	US 5 129 447 A (HAMNER LARRY D) 14. Juli 1992 (1992-07-14) Spalte 1, Zeile 10 - Zeile 58 ---	5,6
	-/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

16. Dezember 2003

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

23/12/2003

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Mougey, M

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 832 718 A (SUTTROP FRIEDEMANN) 10. November 1998 (1998-11-10) Spalte 1, Zeile 52 -Spalte 2, Zeile 10 Spalte 2, Zeile 52 -Spalte 3, Zeile 12 -----	1,9,10
X	FR 980 028 A (REGENT) 7. Mai 1951 (1951-05-07) Seite 1, Spalte 2, Absatz 2 Seite 2, Spalte 2, Absatz 1 Abbildung 1 -----	1,3
A	US 3 398 527 A (DUMKE RICHARD M ET AL) 27. August 1968 (1968-08-27) Spalte 1, Zeile 54 - Zeile 63 Abbildung 1 -----	4
A	DE 10 25 915 B (STILL FA CARL) 13. März 1958 (1958-03-13) Spalte 3, Zeile 18 - Zeile 24; Abbildungen 5-8 Spalte 3, Zeile 54 -Spalte 4, Zeile 2 -----	7,8

INTERNATIONALE RESEARCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichung und zur selben Patentfamilie gehören

Internationale Patentzeichen

PCT/EP 03/09703

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 376974	A	21-07-1932	BE 382106 A DE 568050 C FR 721222 A NL 30859 C	01-03-1932
DE 4343332	A	22-06-1995	DE 4343332 A1 JP 7198142 A	22-06-1995 01-08-1995
US 5129447	A	14-07-1992	KEINE	
US 5832718	A	10-11-1998	DE 19547515 A1 DE 59610235 D1 EP 0780639 A2 JP 9184628 A RU 2133849 C1	03-07-1997 24-04-2003 25-06-1997 15-07-1997 27-07-1999
FR 980028	A	07-05-1951	KEINE	
US 3398527	A	27-08-1968	KEINE	
DE 1025915	B	13-03-1958	KEINE	